

# **XANES СПЕКТРОСКОПИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ ГЕРМАНИЯ И СТРУКТУРНАЯ РАЗУПОРЯДОЧЕННОСТЬ Ge- ИМПЛАНТИРОВАННЫХ ПЛЕНОК SiO<sub>2</sub>**

Жидков И.С.<sup>1\*</sup>, Зацепин А.Ф.<sup>1</sup>, McLeod J.A.<sup>2</sup>, Pong W.F.<sup>3</sup>, Fitting H.-J.<sup>4</sup>,  
Schmidt B.<sup>5</sup>, Курмаев Э.З.<sup>1,6</sup>, Зацепин Д.А.<sup>1,6</sup>, Михайлович А.П.<sup>1</sup>, Петров Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> College of Nano Science and Technology, Soochow University, Suzhou, China

<sup>3)</sup> Department of Physics, Tamkang University, Taiwan

<sup>4)</sup> Department of Physics, University of Rostock, Росток, Германия

<sup>5)</sup> Institute of Ion Beam Physics, Research Center Dresden-Rossendorf, Дрезден, Германия

<sup>6)</sup> Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [i.s.zhdkov@urfu.ru](mailto:i.s.zhdkov@urfu.ru)

## **XANES ANALYSIS OF GERMANIUM SURFACE STATES AND STRUCTURAL DISORDERING IN Ge<sup>+</sup> IMPLANTED THIN SILICA FILM**

Zhidkov I.S.<sup>1\*</sup>, Zatssepina A.F.<sup>1</sup>, McLeod J.A.<sup>2</sup>, Pong W.F.<sup>3</sup>, Fitting H.-J.<sup>3</sup>, Schmidt B.<sup>4</sup>,  
Kurmaev E.Z.<sup>1,4</sup>, Zatssepina D.A.<sup>1,4</sup>, Mikhailovich A.P.<sup>1</sup>, Petrov N.A.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> College of Nano Science and Technology, Soochow University, Suzhou, China

<sup>3)</sup> Department of Physics, Tamkang University, Taiwan

<sup>4)</sup> Department of Physics, University of Rostock, Rostock, Germany

<sup>5)</sup> Institute of Ion Beam Physics, Research Center Dresden-Rossendorf, Dresden, Germany

<sup>6)</sup> Institute of Metal Physics, Russian Academy of Sciences – Ural Division, Yekaterinburg,  
Russia

The results of measurements of XANES spectra of Ge<sup>+</sup> implanted SiO<sub>2</sub>/Si are presented. These heterostructures have a 30 nm Ge<sup>+</sup>-implanted oxide layer of amorphous SiO<sub>2</sub> on *p*-type Si. The chemical-state transformation of the host-matrix composition and Ge<sup>+</sup>-implanted ions are discussed after “as is” implantation and rapid thermal annealing. The XPS-analysis performed allows to conclude about the formation of Ge<sup>0</sup> and GeO<sub>x</sub> clusters within the near surface depth-range of the sample under study. It was established and demonstrated, that the annealing time-duration strongly affects the degree of formal oxidation states of Ge-atoms.

Известно, что ионная имплантация в комбинации с различными режимами отжига позволяет формировать в одном материале различные квантоворазмерные образования с заданными свойствами. В частности в последние десятилетия широко применяется быстрый термический отжиг (RTA), который позволяет стабилизировать ионы-импланты без увеличения размеров квантовых точек.

Таким образом, важнейшие характеристики и весь комплекс электронно-оптических свойств получаемого материала будут определяться состояниями иона-импланта. С другой стороны, в низкоразмерных системах при радиацион-

ном воздействии ионным пучком и внедрении примесей могут меняться состояния хост-матрицы.

Целью данной работы являлось изучение влияния флэш-отжига на структуру матрицы и состояния примеси в тонокопленочной  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  системе, имплантированной ионами  $\text{Ge}^+$ .

Методом исследования структуры Ge К-края рентгеновского поглощения (XANES) показано, что длительность термического отжига приводит к изменению валентного состояния Ge и сдвигу края. Так при увеличении длительности отжига в Ar-атмосфере постепенно будет увеличиваться степень окисления Ge в приповерхностных слоях. Кроме того, обнаружено, что при относительно длительном отжиге в структуре стекла возможно образование силико-германатных фрагментов ( $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}\text{O}_2$ ).

Экспериментально наблюдаемые эффекты объяснены на основе представления о создании в приповерхностном слое нестехиометричного оксида кремния  $\text{SiO}_x$ , содержащего наноразмерные кластеры  $\text{GeO}_x$ , а степень окисления нанокластеров и матрицы меняется в процессе термического отжига.

*Работа выполнена поддержке РФФИ (грант № 13-08-00568 и 13-02-91333) и Уральского Федерального Университета в рамках конкурса молодых ученых.*

## **РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВА ЭНТРОПИИ ЗВЕЗД ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ В РАССЕЯННЫХ СКОПЛЕНИЯХ**

Зубарев С.Н.<sup>\*</sup>, Мартюшев Л.М.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [Sergey.cl@gmail.com](mailto:Sergey.cl@gmail.com)

## **ENTROPY-PRODUCTION CALCULATION OF MAIN-SEQUENCE STARS IN OPEN CLUSTERS**

Zubarev S.N.<sup>\*</sup>, Martyushev L.M.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The entropy production of main-sequence stars in open star clusters is calculated based on B–V photometry data. A very small range of variation of specific (per volume) entropy production discovered for main-sequence stars (only 0.5 to 1.8 solar magnitudes) is an interesting result that can be crucial for understanding thermodynamic processes of stars.

Производство энтропии - важнейшая величина с точки зрения неравновесной физики, однако ранее она не была рассчитана (за исключением Солнца [1,2]) для самых важных и распространенных объектов во Вселенной - звезд.